



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Facultad de Psicología

Grado en Psicología

**PROPUESTA DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN SOBRE EL
PAPEL DEL LÓBULO TEMPORAL ANTERIOR IZQUIERDO EN EL
ESTABLECIMIENTO DE RELACIONES SEMÁNTICAS MEDIANTE
REMOTE ASSOCIATES TEST**

Autora: Inés Santos Fernández del Campo

Tutora: Dominika Zofia Wojcik

Fecha de presentación: 15-06-2020

Declaro que he redactado el trabajo *Propuesta de proyecto de investigación sobre el papel del lóbulo temporal anterior izquierdo en el establecimiento de relaciones semánticas lejanas mediante Remote Associates Test* para la asignatura de Trabajo Fin de Grado en el curso académico 2019/2020 de forma autónoma, con la ayuda de las fuentes bibliográficas citadas en la bibliografía, y que he identificado como tales todas las partes tomadas de las fuentes indicadas, textualmente o conforme a su sentido.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----------|
| ÍNDICE GENERAL..... | 3 |
| RESUMEN Y ABSTRACT | 4 |
| 1- INTRODUCCIÓN..... | 6 |
| 1.1- JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO | 6 |
| 1.2- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA..... | 8 |
| 1.3- OBJETIVOS Y/O HIPÓTESIS | 12 |
| 2- METODOLOGÍA..... | 13 |
| 2.1- PARTICIPANTES | 13 |
| 2.2- MATERIALES Y HERRAMIENTAS | 14 |
| 2.3- PROCEDIMIENTO..... | 16 |
| 2.4- ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISEÑO..... | 18 |
| 3- RESULTADOS | 19 |
| 3.1- ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 19 |
| 3.2- RESULTADOS ESPERADOS..... | 20 |
| 3.3- DISCUSIÓN..... | 22 |
| 3.4- LIMITACIONES Y FUTURAS INVESTIGACIONES..... | 24 |
| 4- CONCLUSIONES Y PROSPECTIVAS | 26 |
| 4.1- APLICACIONES PRÁCTICAS. | 28 |
| 5- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 29 |

RESUMEN

El procesamiento semántico de relaciones lejanas entre palabras requiere de la intervención de un sistema de control ubicado en el Lóbulo Anterior Temporal izquierdo (ATL). Se ha comprobado que la ejecución en diversas tareas de cognición semántica se ve alterada al estimular con Estimulación transcraneal con Corriente Directa (tDCS) esta área cerebral. La novedad del presente Trabajo Fin de Grado es proponer un proyecto de investigación que utiliza tDCS en el Remote Associates Test, una tarea basada en el establecimiento de relaciones semánticas lejanas entre una tríada de palabras y una palabra objetivo. Los resultados esperados son que, al alterar el funcionamiento del ATL, el sistema de control semántico deje de funcionar adecuadamente y por tanto no se puedan establecer relaciones semánticas remotas. Además, el efecto debería ser gradual, lo que indicaría que el ATL es más necesario cuanto más remota sea la relación entre las palabras.

Palabras clave: Remote Associates Test, cognición semántica, lóbulo temporal anterior, estimulación con corriente transcraneal directa.

ABSTRACT

The semantic processing of distant relationships between words requires the intervention of a control system located in the left Anterior Temporal Lobe (ATL). It has been shown that the execution in different semantic cognition tasks can be altered when this area is stimulated with transcranial Direct Current Stimulation (tDCS). Thus, the novelty of this Final Year Dissertation is to outline a proposed research project which uses tDCS in the Remote Associates Test, a task based on establishing distant semantic relationships between a triad of words and a target word. The expected results are that by altering the functioning of the ATL, the semantic control system stops working properly and, therefore, remote semantic relationships cannot be established. Furthermore, the effect should be gradual, meaning that the ATL is more necessary the distant the relationship between the words.

Keywords: Remote Associates Test, semantic cognition, anterior temporal lobe, transcranial Direct Current Stimulation.

1- INTRODUCCIÓN

1.1- JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

La cognición semántica es un área de gran interés para la neurociencia cognitiva, y ha evolucionado notablemente desde los primeros estudios con pacientes de daño cerebral hasta las actuales investigaciones que usan neuroimagen para localizar las áreas implicadas en tareas de lingüística. El interés de la presente propuesta de investigación es explorar la cognición semántica aplicando una tarea de Remote Associates Test (RAT) y la Estimulación transcraneal con corriente directa (tDCS) por primera vez. Los procedimientos de dicha propuesta se basan en un protocolo recientemente adaptado a la lengua española por Gómez-Ariza et al. (2017) y Díez et al. (2017), que permiten examinar la implicación de determinadas áreas cerebrales en el procesamiento semántico.

La tarea de RAT, fue desarrollada por Mednick en 1962 y se ha usado frecuentemente para evaluar la creatividad y el pensamiento divergente. Consiste en la presentación de tres palabras sin una relación evidente (por ejemplo, *libro/habilidad/artesano*) de forma que el participante deba encontrar una cuarta palabra objetivo que se relacione con cada una de las de la tríada (*manual*). Al ser necesaria la búsqueda de palabras semánticamente relacionadas, tiene una relación directa con la cognición semántica, un campo en el que apenas se ha aplicado. Comprobar que, en efecto, se puede aplicar en este tipo de tareas, permitirá su utilización en investigaciones posteriores.

Lo que diferencia a esta tarea de la simple asociación de palabras es que no se trata de relaciones normales o que se usen frecuentemente en nuestra vida cotidiana, además de que la relación que tiene la palabra objetivo con cada una de las tríadas es diferente (McFarlin & Blascovich, 1984) (un *manual* puede ser un objeto físico, una habilidad o una cualidad). Por esta razón, parece que durante la realización de una tarea RAT no solo es necesario un componente creativo, sino también la intervención del sistema semántico (Katz & Pestell, 1989). En investigaciones previas, se ha demostrado que en el procesamiento semántico interviene un Sistema de Control Semántico (Ralph et al., 2017). Este sistema estaría formado por dos componentes, unos radios o “spokes” que establecen las relaciones semánticas y un eje o “hub” necesario solo cuando

estas relaciones son poco habituales. Los spokes se extenderían hacia las diversas palabras con las que hubiera algún tipo de relación, siendo las más cercanas las más fuertes y disponibles semánticamente, y por tanto con las que más fácil sería establecer una relación. Sin embargo, las palabras con las que hay conexiones más débiles son de difícil acceso, y es necesario un mecanismo de control para alcanzarlas, que sería el hub (Bonner & Price, 2013). Este hub se localiza en el lóbulo temporal anterior (ATL), por lo que es un área de gran interés en tareas que, como RAT, requieran procesos de cognición semántica.

Al utilizar tríadas de palabras relacionadas de forma remota e inusual, se pretende evaluar si es necesaria la intervención de un sistema de control semántico ubicado en lóbulo temporal anterior (ATL), para establecer todo tipo de relaciones, o por el contrario esto solo es necesario cuando estas relaciones son especialmente extrañas para la persona.

El objetivo a largo plazo de la presente propuesta es no solo la acumulación de conocimientos sobre el funcionamiento y la organización de nuestro cerebro que pueden informar las futuras investigaciones, sino también se la considera indispensable por sus diversas aplicaciones clínicas. Al comprender mejor el entramado de redes neuronales que nos permiten llevar a cabo tareas propias de un laboratorio y que parecen tan alejadas de nuestro día a día, también ayudamos a esclarecer lo que ocurre en el cerebro de una persona que sufre déficits de distintos tipos, en este caso una afectación en el procesamiento semántico.

1.2- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La organización cerebral de la información semántica es un campo de gran interés para la neurociencia cognitiva. Antes de la aparición de las técnicas de neuroimagen, ya se había observado que pacientes con demencia semántica o afasia no solo presentan alteraciones en el área lingüística, sino que las dificultades se extienden a otras modalidades conceptuales, lo que sugiere una interrelación entre zonas cerebrales dedicadas a la semántica y a otros dominios (Patterson et al., 2007).

Por lo tanto, la cognición semántica no solo interviene en procesos lingüísticos, sino que también modula multitud de conductas no verbales que requieren la integración de conocimientos semánticos, perceptuales, motores, lingüísticos y emocionales aprendidos a partir de la experiencia y necesarios para la representación conceptual del mundo que nos rodea (Visser & Lambon Ralph, 2011). Esta representación afecta tanto a tareas verbales como no verbales, como se puede observar en pacientes con daño cerebral en áreas de procesamiento semántico, que tienen dificultades al realizar tareas verbales y actividades necesarias en su vida diaria (p.ej., (Chiou et al., 2018); (Ralph et al., 2017).

Mediante estudios con neuroimagen (Hodges et al., 2012) y datos recogidos de pacientes con patologías (Reilly et al., 2011) se han localizado determinadas áreas cerebrales implicadas en un sistema semántico de control (CSC), que junto con el córtex prefrontal monitorizan las representaciones semánticas. Este sistema está formado por un hub localizado en el ATL que proyecta hacia diversas áreas específicas para cada modalidad de información. Estas proyecciones se dirigen principalmente al córtex prefrontal, una región relacionada con el control ejecutivo, y al giro frontal inferior y regiones temporoparietales posteriores, que reciben inputs de las cortezas visual, somatosensorial y auditiva (Díez et al., 2017). Por lo tanto, el ATL actúa como punto integrador de la información proveniente del resto de modalidades sensoriales, y con ayuda del córtex prefrontal modula la representación conceptual sobre lo que ocurre a nuestro alrededor. Sin embargo, existe una diferencia funcional entre el ATL de cada hemisferio cerebral. El ATL derecho tiene un procesamiento centrado en palabras de función como las preposiciones

(p.ej.: con, desde, por) mientras que el izquierdo está más relacionado con palabras de contenido, como los sustantivos (p.ej.: tabaco, libro) (Diaz & McCarthy, 2009).

Para evaluar el rol del ATL como punto de control a la hora de establecer conexiones novedosas entre conceptos se utilizará el protocolo de Remote Associates Task (RAT), desarrollado por Mednick (1962). El RAT utiliza tríadas de palabras sin relación evidente para las que hay que encontrar una cuarta palabra (target) que se pueda asociar con cada una de las anteriores de forma individual en función de determinadas características (funcionales, semánticas, perceptivas). Tradicionalmente se ha utilizado para evaluar la creatividad y el pensamiento divergente sin que para ello sea necesario un conocimiento concreto de ningún tipo. Además, al utilizar relaciones de palabras poco habituales, los participantes se ven obligados a buscar varias respuestas, ya que la primera no suele ser correcta, y por tanto a usar diferentes tipos de procesamiento en función de las posibles características de la palabra (su aspecto, su función o sus propiedades lingüísticas) (Bowden & Jung-Beeman, 2003). Esta variabilidad de respuesta se tiene en cuenta a la hora de analizar los resultados de la prueba, siendo más importante la variedad de respuestas que se aportan y la velocidad en los estudios que aplican RAT a procesos creativos (Morrison et al., 2017). Sin embargo, en la literatura que lo aplica a la evaluación de la cognición semántica, se tiene en cuenta además el índice de aciertos como indicador de que se ha seguido un procesamiento adecuado para encontrar una respuesta correcta. En ambos casos, sin embargo, se tiene en cuenta la velocidad con la que se aporta la respuesta, ya sea esta correcta o incorrecta. Esta variable se puede utilizar en cognición semántica como otra forma de evaluar la relación entre las palabras, pero en creatividad se ha utilizado en ocasiones como una medida de inteligencia que permite correlacionar alta inteligencia con altos niveles de creatividad (Camarda et al., 2018). La estrecha relación existente entre inteligencia y velocidad de respuesta, hace que sea un factor a tener muy en cuenta en tareas como RAT. Por esta razón, en la presente propuesta de proyecto de investigación se tendrá en cuenta la inteligencia como variable de control.

Al ser necesario establecer relaciones inusuales y extrañas, no es posible resolver el problema a partir de las vías de procesamiento habituales (spokes), por lo que es necesaria la intervención del mecanismo de control del procesamiento semántico, situado en el ATL (Visser & Ralph, 2011). Esto hace que el RAT parezca un protocolo adecuado para estudiar los mecanismos de formación de conceptos, un aspecto central de la cognición semántica. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las palabras utilizadas en RAT son principalmente palabras de contenido, por lo que el estudio se debe centrar en el ATL izquierdo (Diaz & McCarthy, 2009).

A pesar de que la mayor parte de los trabajos con RAT se han desarrollado en el campo de la creatividad, sí hay algunas investigaciones que confirman su utilidad para evaluar la cognición semántica. RAT se ha usado en tareas de búsqueda semántica para evaluar la diferencia de activación entre las palabras de la tríada y la palabra objetivo (Davelaar, 2015) con el objetivo de comparar la búsqueda de información ante estímulos externos e internos, para evaluar las estrategias usadas en problemas semánticos con más de una solución (Smith et al., 2013). Estudios más recientes (Oltețeanu et al., 2019) intentan replicar con Inteligencia Artificial los procesos que se llevan a cabo durante la tarea a partir del registro de respuestas verbales y no verbales de los participantes a los que se aplica el RAT.

Desde su desarrollo en 1962 se ha adaptado a diferentes idiomas como chino (Wangbing Shen et al., 2016), japonés (Terai et al., 2013), holandés (Akbari Chermahini et al., 2012) y recientemente al español por Gómez-Ariza (Gómez-Ariza et al., 2017) teniendo en cuenta las características propias de cada idioma.

Al haber sido adaptado a nuestro idioma tan recientemente, son escasos los trabajos que han utilizado el protocolo tanto para estudios sobre pensamiento divergente como de cognición semántica. Sin embargo, a lo largo de los años se han utilizado otros paradigmas también basados en establecimiento de relaciones entre palabras para identificar las estructuras cerebrales implicadas en el procesamiento semántico. Díez et al. (2017) utilizan el paradigma DeeseRoediger-McDermott (DRM) para evaluar los efectos de la estimulación del ATL mediante tDCS. El DRM es un paradigma desarrollado por Deese en

1959 para estudiar los recuerdos falsos, y consiste en presentar oralmente una lista de palabras relacionadas (fuego, arma, escopeta, rifle, muerte, soldado) para después pedir que se repitan todas las que se recuerden. Sirve para evaluar la presencia de falsos recuerdos porque es frecuente que se afirme recordar una palabra crítica que no aparecía en la lista (pistola). Se trata de un proceso cognitivo muy similar al que se describe a continuación, porque la presentación de palabras semánticamente relacionadas entre sí y fuertemente relacionadas a la palabra crítica, activa en nuestro lexicon esta palabra crítica-no presentada.

Como en el experimento de Díez et al. (2017), en esta propuesta de proyecto de investigación planteamos la utilización de tDCS para evaluar la función del ATL, aunque en nuestro caso se plantea utilizar la tarea RAT en lugar de DRM. La tDCS usa una corriente que se aplica sobre el cuero cabelludo de manera no invasiva y que modula la actividad cortical del área estimulada (Fiori et al., 2011). Esta técnica se ha utilizado tanto en pacientes con lesiones con el objetivo de recuperar una ejecución normal (Lefaucheur et al., 2017) como en pacientes sanos. Los estudios con pacientes sanos indican que, aunque en algunos casos la estimulación mejora sus capacidades (Brunoni & Vanderhasselt, 2014), en otros interfiere con la actividad normal de las estructuras cerebrales, dando como resultado una ejecución similar a la de los pacientes con lesiones (Pisoni et al., 2012; Canini et al., 2016). Los estudios con pacientes suelen limitarse a estudios de caso o con muestras muy pequeñas, pero al parecer, tras una lesión cerebral traumática en el lóbulo temporal, uno de los déficits que aparecen es la incapacidad para establecer relaciones complejas entre palabras, necesitando además mucho más tiempo para realizar las tareas semánticas (Rigon et al., 2018).

1.3- OBJETIVOS Y/O HIPÓTESIS

El objetivo principal del presente proyecto de investigación será proponer un diseño de un experimento que tiene como finalidad comprobar si la ejecución en tareas del RAT se ve afectada por la estimulación del ATL izquierdo mediante tDCS. En otros estudios (Díez et al., 2017) ya se ha evaluado el efecto de la tDCS en el ATL izquierdo, encontrándose que la estimulación interfiere con la actividad normal de esta área y empeora la ejecución en paradigmas como DRM. RAT utiliza relaciones semánticas lejanas, por lo que la hipótesis es que se obtendrán puntuaciones más bajas cuando el ATL izquierdo reciba estimulación anódica frente a las condiciones catódica y sham, dado que la estimulación anódica interrumpe el procesamiento normal del ATL.

Como objetivo secundario y dependiente del anterior, se plantea la hipótesis de que el ATL izquierdo no tiene un papel de todo o nada dentro del CSC, sino que es más o menos necesario dependiendo de la fuerza con la que estén relacionados los ítems con la palabra objetivo. Por lo tanto, la hipótesis es que los participantes cuyos ATL izquierdo estén estimulados tendrán una ejecución más baja en todos los ítems, pero especialmente en los que requieran el uso de relaciones semánticas más lejanas, que tendrían menor fuerza semántica. Los ítems de mayor fuerza semántica son aquellos que a los que se responde con un mayor índice de respuesta y de aciertos y con un tiempo de respuesta menor. La división según la fuerza semántica de los ítems se realizará previamente en un estudio piloto teniendo en cuentas estas variables.

2- METODOLOGÍA

2.1- PARTICIPANTES

El tamaño de la muestra será de al menos el doble de participantes que en estudios anteriores, ya que se trata de un procedimiento novedoso. Así, se reclutarán como mínimo 45 participantes que realizarán el experimento de manera voluntaria.

La selección de la muestra será de conveniencia a partir de estudiantes de la Universidad de Salamanca que cumplan los criterios de inclusión. Los criterios de inclusión serán ser mayor de edad, ser hablante nativo de español y pertenecer a la Universidad de Salamanca. Los criterios de exclusión serán padecer alguna patología visual, tener algún tipo de daño cerebral o afectaciones psicológicas, ser zurdo y ser menor de edad. Siguiendo las pautas de la Declaración de Helsinki (2013), los participantes firmarán el consentimiento informado antes de realizar el estudio. En este consentimiento se incluirá que se grabará el audio del experimento para su posterior análisis.

2.2- MATERIALES Y HERRAMIENTAS

Estimulación transcraneal con Corriente Directa. Para la aplicación de la Estimulación transcraneal con Corriente Directa (tDCS) nos basaremos en la metodología desarrollada por Díez et al. (2017). Se usará un estimulador de batería CE-certificado para transmitir una corriente tDCS no invasiva de intensidad 2 mA. Para transmitir una corriente constante directa se usarán dos electrodos de goma de 5 x 7 cm cubiertos con esponjas empapadas en gel salino, con una densidad final de .60 mA/cm². En la condición anódica, el ánodo se colocará en el punto FT9³ (AB 38/20) de acuerdo al Sistema Internacional 10-10 para EEG, y el cátodo se colocará extracranealmente sobre el hombro derecho para minimizar su efecto sobre el cerebro. En la condición catódica, el cátodo se colocará en el punto FT9 y el ánodo en el hombro derecho (Díez et al., 2017). La estimulación durará 13 minutos, tiempo estimado de duración del experimento. Se utilizará la máquina de tDCS del laboratorio del grupo Infoautismo, ubicada en la facultad de Educación de la Universidad de Salamanca, por lo que las sesiones se llevarán a cabo en estos laboratorios.

Prueba de inteligencia. Puesto que una variable importante que puede influir en los tiempos de reacción es la inteligencia, se aplicará la escala 3 (baremada para adultos y estudiantes universitarios) del Test del Factor G de Cattell. Se utilizará la prueba de inteligencia como variable control de la variable tiempo de respuesta en la tarea RAT.

Remote Associates Test. Para la aplicación del protocolo RAT se utilizarán 30 tríadas de palabras seleccionadas de forma aleatorio a partir de las desarrolladas por Gómez-Ariza et al. (2017). De estos 30 ítems, 15 serán de fuerte asociación semántica o con una relación “menos remota” (cartón/cenicero/cigarro para la palabra objetivo “tabaco”) y los otros 15 de débil asociación semántica o con una relación “más remotas” (equilibrio/libra/justicia para la palabra objetivo “balanza”). Las tríadas de palabras se presentarán en la pantalla de un ordenador utilizando el programa E-Prime (Psychology Software Tools) (Díez et al. 2017) que permite regular el tiempo de presentación de las tríadas y el tiempo de respuesta, así como emitir un pitido al inicio y al final de cada ítem y al comenzar el tiempo de respuesta. Para registrar las respuestas se grabará el audio durante todo el experimento y después se volverá a escuchar la grabación

Evaluación con RAT del papel del ATL en relaciones semánticas lejanas.

para registrar si las respuestas son correctas o incorrectas y el tiempo de respuesta.

Programa de edición de audio. Se utilizará el programa Audacity 2.4.1 de Windows para analizar la grabación de audio de los experimentos.

2.3- PROCEDIMIENTO.

Antes de la realización del experimento se buscará la autorización del Comité de Bioética de la Universidad de Salamanca para realizar el estudio.

Previo a este trabajo se realizaría un estudio piloto en el que se aplicaría RAT a una muestra diferente de alumnos sin manipular ninguna variable. A partir de los resultados obtenidos, sería posible hacer una división de las 30 tríadas en 15 de mayor y 15 de menor fuerza semántica. Las primeras tendrían una relación semántica más cercana caracterizada por una mayor velocidad de respuesta y mayor índice de aciertos, mientras que las segundas serían de relación remota y por tanto producirían una velocidad de respuesta menor y un menor índice de aciertos.

La muestra de participantes se dividirá tres grupos en función del tipo de estimulación recibida: catódica, anódica y sham, a los que los participantes serán asignados de manera aleatoria. En la condición catódica, los participantes recibirán la estimulación a través del electrodo negativo (cátodo), con el electrodo positivo (ánodo) colocado lejos de la cabeza para que no interfiera con la corriente. En la condición anódica, se estimulará a través del ánodo intentando como en caso anterior que no se produzcan interferencias por parte del electrodo negativo. Por último, el grupo sham actuará como control, de manera que se colocarán los electrodos siguiendo el procedimiento anterior, pero el tiempo total de corriente que recibirá el paciente será solo de 30 segundos frente a los 13 minutos de las condiciones anteriores, por lo que la tDCS no tendrá ningún efecto sobre el participante (Woods et al., 2016).

La razón por la que se aplica una corriente de corta duración a los participantes del grupo sham es que al principio de la estimulación se experimenta un ligero cosquilleo en el cuero cabelludo, de esta forma ningún participante sepa a qué grupo pertenece (Westwood & Romani, 2017).

Una vez que el participante confirme que ha entendido el procedimiento comenzará el experimento de forma individual con cada participante. Tras firmar el consentimiento informado, se aplicará el Test del Factor G de Cattell y se explicará la tarea, haciendo énfasis en la necesidad de dar una respuesta a las tríadas de palabras lo más rápido posible. A continuación, se sentarán frente al

monitor y se presentarán dos tríadas de prueba (Gómez-Ariza et al., 2017) a las que tendrán que responder de forma oral con su respuesta. En las pruebas no habrá límite de tiempo. Tras completar los ítems de prueba, se presentarán las 30 tríadas seleccionadas en un orden aleatorio, aunque serán las mismas para todos los participantes. Las tres palabras que forman la tríada aparecerán en la pantalla de forma simultánea durante 20 segundos y después desaparecerán con un pitido, que indicará que se debe emitir una respuesta. El tiempo de respuesta será de 5 segundos, y finalizará con otro pitido. En el caso de que la respuesta se dé antes de que desaparezcan las tríadas, será necesario repetirla durante el tiempo de respuesta. Entre un ítem y el siguiente habrá dos segundos de intervalo.

Para la codificación se repetirá la grabación de los experimentos una vez finalizada la prueba y se indicarán los resultados de la prueba en una plantilla para cada participante con cuatro columnas, la primera será el número de ítem, la segunda si se ha emitido una respuesta o no (en caso negativo se tacharán las siguientes columnas), la tercera si la respuesta es positiva, y la cuarta el tiempo que se tardó en emitir la respuesta a partir del primer pitido.

2.4- ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISEÑO.

Para realizar el análisis estadístico de los datos obtenidos se utilizará el software IBM SPSS Statistics 25.0 de JAVA.

A continuación, se destacan las variables dependientes e independientes.

-Variables dependientes:

Velocidad de respuesta: variable cuantitativa continua de razón.

Nº de aciertos: variable cuantitativa discreta de escala.

Emisión de respuesta: variable cualitativa nominal de dos niveles: respuesta y no respuesta.

-Variables independiente:

Para la hipótesis secundaria se manipulará la fuerza de las relaciones semánticas de la tríada con la palabra objetivo: variable cualitativa nominal de dos niveles: fuerte asociación semántica y débil asociación semántica.

Aplicación de tDCS: variable cualitativa nominal de tres niveles: la corriente catódica, la corriente anódica y la corriente de corta duración y sin efectos sobre el participante (sham).

-Variables control:

Lateralización: solo se usaron participantes diestros.

Concentración: para minimizar los efectos sobre la concentración que pudiera tener la situación novedosa de colocar los electrodos a los participantes de los grupos anódico y catódico, se utilizará como grupo control un grupo sham al que se le colocarán los electrodos y se aplicará una corriente de corta duración.

Inteligencia: se evaluará la inteligencia con el Test del Factor G de Cattell para comprobar posteriormente si existe alguna relación entre las puntuaciones obtenidas en el RAT y la puntuación en inteligencia de los participantes.

Se trata de un diseño factorial 2 (ítems de fuerte asociación, ítems de débil asociación) x 3 (grupo de estimulación: catódica, anódica y sham).

3- RESULTADOS

3.1- ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para realizar el análisis estadístico de los datos obtenidos se utilizará el software IBM SPSS Statistics 25.0 de JAVA.

Para analizar los resultados se hará un ANOVA 2 (ítems de fuerte asociación, ítems de débil asociación) x 3 (sham, anódica, catódica) para cada una de las variables dependientes: emisión de respuesta, índice de aciertos y tiempo de respuesta.

Las hipótesis resumidas con las que trabajaremos serán:

- 1) Los participantes del grupo anódico tendrán un rendimiento general peor que los de los grupos catódico y sham.
- 2) Los participantes del grupo anódico obtendrán peores puntuaciones en los ítems de menor fuerza semántica que en los de mayor fuerza semántica.

Con el objetivo de evaluar la influencia de la inteligencia en los resultados se realizará un ANOVA 2 (altas puntuaciones en RAT, bajas puntuaciones en RAT) x 3 (grupo experimental, nivel de inteligencia y tipo de ítem) para conocer qué proporción del resultado puede ser explicada por las diferencias individuales en inteligencia.

3.2- RESULTADOS ESPERADOS

Para evaluar la influencia de la relación de la condición experimental y el tipo de ítem sobre la emisión o no de respuesta, se realizará el análisis de ANOVA mixto 2 x 3, en el que se espera encontrar una ejecución similar entre los participantes del grupo sham y los del grupo de estimulación catódica, ambos con una alta frecuencia de respuesta. Es posible que esta frecuencia sea mayor en ítems de fuerte asociación semántica, pero la diferencia entre ambas condiciones de ítems no debería ser significativa, ya que las condiciones sham y catódica no tendrán alterado el funcionamiento del ATL izquierdo y por lo tanto el procesamiento semántico funcionaría correctamente. Por el contrario, los participantes del grupo anódico deberían presentar un número de respuestas emitidas significativamente inferior al de los grupos otros grupos. Además, se deberían encontrar diferencias intra-grupo con menos respuestas para los ítems de baja fuerza semántica que para los de alta fuerza semántica.

En cuanto al análisis de las respuestas correctas o incorrectas, se realizará un ANOVA mixto 2 x 3 sobre la variable índice de aciertos. Los resultados esperados son un alto índice de aciertos en los grupos sham y catódico para ítems tanto de fuerte como de débil asociación semántica. Es posible que los de fuerte asociación tengan más respuestas correctas, pero la diferencia no debería ser significativa. En el grupo de estimulación anódica por el contrario, se espera un índice de aciertos significativamente inferior que en las otras condiciones experimentales. También se esperan diferencias significativas entre el tipo de ítem, con menos respuestas correctas para los ítems de débil relación semántica.

Por último, se analizarán los tiempos de respuesta con un ANOVA mixto 2 x 3. Se espera que no aparezcan diferencias significativas entre las condiciones sham y catódica, pero sí con la condición anódica, en la que los tiempos de respuesta deberían ser significativamente superiores. En cuanto a las diferencias entre tipos de ítem, es posible que haya diferencias significativas en los tiempos de respuesta para ítems de fuerte asociación y de débil asociación en todas las condiciones, pero se espera que esta diferencia sea mayor en el grupo anódico.

Como medida de control se realizará un análisis factorial sobre la variable inteligencia mediante un ANOVA mixto 2 x 3 para comprobar qué proporción del resultado final se puede explicar con el nivel de inteligencia, la pertenencia a un grupo experimental u otro y el tipo de ítem presentado. El resultado esperado para este análisis es que el peso del factor inteligencia sobre los resultados finales de emisión de respuesta, índice de aciertos y velocidad de respuesta sea inferior que el efecto de los factores grupo experimental (sham, anódico y catódico) y fuerza de las relaciones semánticas del ítem (fuerte relación semántica, débil relación semántica).

3.3- DISCUSIÓN

La hipótesis central de este proyecto de investigación es que los participantes del grupo con el ATL izquierdo estimulado con tDCS anódica tendrán una ejecución peor en una tarea tipos RAT que los grupos sham y catódico. Además, se plantea la hipótesis de que la ejecución del grupo anódico será peor en ítems de débil asociación semántica frente a los de fuerte asociación semántica.

El principal objetivo de esta propuesta de proyecto de investigación es proponer un estudio empírico que examine el efecto de la estimulación con tDCS sobre el ATL izquierdo durante la realización de una prueba cognición semántica conocida como Remote Associates Test (RAT).

En base a los resultados obtenidos por Díez et al. (2017), se espera que la aplicación de tDCS sobre el ATL izquierdo dificulte la realización de tareas que requieran la mediación del Sistema de Control Semántico ubicado en el hub para realizar una búsqueda semántica de relaciones remotas entre palabras. Puesto que el RAT usa precisamente estas asociaciones lejanas, es previsible que los resultados del grupo anódico sean considerablemente más bajos que los del grupo sham o el grupo catódico. Este efecto aparecería en las variables dependientes emisión de respuesta, índice de aciertos y de tiempo de respuesta. Los mayores tiempos de respuesta serían provocados por la incapacidad para acceder a los contenidos semánticos adecuados, lo que también resultaría en ausencia de respuesta o emisión de respuestas incorrectas. Es probable que las respuestas incorrectas tengan una relación parcial con el ítem, es decir, se asocien solo a una o dos de las palabras de la tríada, de forma que la asociación sea más común y no requiera la intervención del ATL. Esto supondría otra evidencia sobre la existencia de un sistema de control semántico ubicado en el ATL y probaría la utilidad de RAT para evaluar la búsqueda semántica de relaciones menos frecuentes. En este trabajo no se analizarán las respuestas incorrectas, pero los datos estarán disponibles para realizar esta investigación en el futuro como ya se ha hecho en trabajos similares que analizaban todas las respuestas, incluso para tríadas sin solución (Morrison et al., 2017)

En cuanto la segunda hipótesis, se espera que dentro del grupo anódico la ejecución de RAT sea peor en aquellos ítems que, al tener relaciones más

remotas, requieran una mayor implicación del ATL. Esto indicaría que el ATL izquierdo interviene de forma gradual en función de la frecuencia de uso de la palabra que se busca. Este resultado apoyaría los obtenidos por Teige (2018), que encontraba diferencias en el procesamiento de palabras con relaciones coherentes o sólo útiles para una tarea en concreto. Además, se han realizado estudios con resultados similares aunque teniendo en cuenta el tipo de palabras más que la fuerza de la relación semántica (Teige et al., 2019). Si en lugar de obtenerse estos resultados no hubiera diferencia entre las dos categorías de ítems, podría deberse a que la participación del ATL es de todo o nada, es decir, es necesario para cualquier palabra con la que haya una asociación remota, sin importar si es muy lejana o solo poco frecuente. Sin embargo, si estos fueran los resultados obtenidos, habría que tener en cuenta la influencia de diferencias individuales, ya que al utilizar una variable continua la variabilidad dentro de la muestra podría afectar a los resultados.

3.4- LIMITACIONES Y FUTURAS INVESTIGACIONES.

Una de las principales limitaciones que se han encontrado durante el diseño y el desarrollo de esta propuesta ha sido la falta de validación de los ítems de RAT en español. Como se ha dicho anteriormente, la prueba se ha desarrollado en nuestro idioma muy recientemente, por lo que la literatura que la utiliza es escasa y no hay estudios de replicación que demuestren que las tríadas con palabras en español den lugar a un RAT comparable al original de Mednick (1962). Por lo tanto, se sugiere que futuras investigaciones proporcionen estudios de validación en lengua castellana.

Por otro lado, en este estudio destaca la importancia de las relaciones entre las palabras de la tríada con una palabra clave, y sobre todo la fuerza de esta relación que indicaría que tiene un uso más frecuente. Sin embargo, un problema que surge al aplicar el protocolo a la cognición semántica es que cada una de las palabras que forman la tríada tiene una relación semántica diferente con la palabra objetivo. Cuando el RAT se usa para evaluar la creatividad esto no importa porque muchas veces se da una respuesta parcial, es decir, una respuesta relacionada con dos de las palabras de la tríada, lo que no supone un problema porque que la respuesta sea correcta no es un factor crucial. Sin embargo, en cognición semántica sí buscamos respuestas correctas, por lo que las tríadas en las que las relaciones sean desequilibradas generan más respuestas incorrectas. Una posible solución a este problema sería generar tríadas a partir de estudios normativos en los que se conociera la frecuencia de utilización de cada palabra, de forma que no hubiera grandes diferencias dentro de cada tríada.

Esto nos lleva a la última limitación, que es el posible efecto de las diferencias individuales sobre los resultados. Este factor se intenta controlar con la prueba de inteligencia, pero esto solo soluciona el problema en parte. Podría ser que aspectos como diferencias generacionales o culturales influyeran en la frecuencia con la que se relacionan las palabras, y por tanto un ítem que para un participante tiene una fuerte relación semántica, para otro es menos reconocible (en la tríada música/ahumado/ruta la respuesta correcta es bacalao, por lo que para estudiantes universitarios jóvenes que no hayan escuchado nunca este estilo de música sería una relación semántica muy débil). Estas diferencias

también podrían influir en los resultados cuando una persona conoce la palabra, pero no la acepción concreta que necesita para resolver el ítem. Por lo tanto, las diferencias individuales podrían afectar a los resultados referidos a la división de los ítems en mayor o menor fuerza semántica. Una posible solución sería utilizar una muestra mayor en la que la variabilidad individual perdiera importancia o proponer una investigación sistemática que tenga en cuenta las diferencias individuales. Esta segunda opción no solo solucionaría el problema de la validez interna, sino que además aumentaría los conocimientos sobre las influencias de diferentes variables, como pueden ser sexo, edad o nivel sociocultural, utilizando las diferencias individuales como un factor más para comprender la cognición semántica.

4- CONCLUSIONES Y PROSPECTIVAS

Se estima que ésta propuesta de proyecto de investigación apoyaría los resultados obtenidos por Díez et al. (2017) sobre la función del ATL en el CSC como punto de integración de las relaciones semánticas entre palabras cuando estas relaciones son lejanas o poco frecuentes. Además, podría indicar que tiene una implicación gradual en función de la “lejanía” entre las palabras, o que hay otros circuitos complementarios que ayudan de forma parcial cuando el ATL no está disponible.

La aplicación de protocolos relacionados con la cognición semántica en diseños tan similares puede parecer redundante si se entiende como la búsqueda de los mismos resultados a través de diferentes procedimientos. Sin embargo, las pequeñas diferencias entre paradigmas son precisamente lo que nos permite conocer mejor el funcionamiento de circuitos tan complejos como los implicados en el procesamiento semántico. Además, la repetición de investigaciones con el objetivo de obtener los mismos resultados cumple el requisito de replicabilidad del método científico y da más validez a esos resultados para ser utilizados como una base sólida para estudios futuros.

RAT es una prueba que tradicionalmente se ha utilizado para evaluar la creatividad, por lo que todavía está poco explotada en experimentos sobre cognición semántica, especialmente en español. Sin embargo, como se ha comentado en el apartado anterior, antes de su utilización general, sería adecuado llevar a cabo un proceso de validación de tríadas formadas a partir de datos normativos de participantes españoles. Estas tríadas deberían incluir relaciones inusuales entre palabras, ya que el test consiste en asociaciones remotas, pero además se destaca la importancia de que la fuerza de la relación de las tres palabras de la tríada con la palabra objetivo sea similar. De esta forma se evitarían respuestas parciales causadas por dos relaciones “fáciles” y una demasiado lejana, y mejoraría la eficacia del test. Además, la validación de las tríadas daría pie a otros estudios en los que se podrían desarrollar variaciones del test como se ha hecho en otros idiomas, como el Radical Remote Associates Test (RRAT) (Wu, 2019), que utiliza el sonido y la forma de las palabras para establecer relaciones entre ellas, el Bridge-the-associative-gap (BAG) (Rominger et al., 2017) en el que cualquier respuesta es válida y se analiza de forma

individual o el Compound Remote Associates Test (CRAT) (Becker et al., 2020), en el que se incluyen tríadas de fuerte relación semántica y de débil relación semántica. Estas variaciones permiten estudiar aspectos más concretos del procesamiento de las palabras y las relaciones entre ellas, y por tanto aportarían información sobre otras áreas cerebrales además del ATL.

Una vez validada una versión de RAT española, se podrían desarrollar estudios quizá más aplicados, pasando la prueba a pacientes con determinadas patologías. Esto ya se ha probado para comprobar la implicación del ATL en procesos semánticos en pacientes de ictus o afasia semántica (Santhanam et al., 2018), pero la replicación de estos estudios con RAT aportaría información sobre cómo afectan exactamente estos daños al establecimiento de relaciones semánticas remotas.

4.1- APLICACIONES PRÁCTICAS.

El estudio de patologías en humanos es muy complejo. Es frecuente encontrar pacientes con daños similares que presentan déficits diferentes, así como personas que tras sufrir daños en estructuras distintas acaban desarrollando síntomas similares. Sin embargo, en el área de la semántica son mucho más frecuentes los daños difusos causados por daños traumáticos (Rigon et al., 2018) o demencias (Reilly et al., 2011). La utilización de RAT junto con otras pruebas semánticas, podría aportar información más exacta sobre el tipo de déficits presentes en cada paciente, permitiendo así un diagnóstico más individualizado. Si a partir de los resultados se demuestra que el ATL tiene una implicación gradual en el procesamiento de relaciones semánticas remotas, sería posible desarrollar estrategias de intervención que funcionaran como rutas alternativas para acceder a la información semántica necesaria.

Por último, se plantea la posibilidad de usar RAT para evaluar programas de aprendizaje de vocabulario y generalización de estrategias para establecer relaciones novedosas entre palabras. En este sentido, la práctica repetida con tríadas RAT o similares podría servir para generalizar el procesamiento de relaciones inusuales, de forma que al presentar tríadas desconocidas disminuyera la velocidad de reacción y aumentara el índice de aciertos.

5- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akbari Chermahini, S., Hickendorff, M., & Hommel, B. (2012). Development and validity of a Dutch version of the Remote Associates Task: An item-response theory approach. *Thinking Skills and Creativity*, 7(3), 177-186.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2012.02.003>
- Becker, M., Wiedemann, G., & Kühn, S. (2020). Quantifying insightful problem solving: A modified compound remote associates paradigm using lexical priming to parametrically modulate different sources of task difficulty. *Psychological Research*, 84(2), 528-545. <https://doi.org/10.1007/s00426-018-1042-3>
- Bonner, M. F., & Price, A. R. (2013). Where Is the Anterior Temporal Lobe and What Does It Do? *Journal of Neuroscience*, 33(10), 4213-4215.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0041-13.2013>
- Bowden, E. M., & Jung-Beeman, M. (2003). Normative data for 144 compound remote associate problems. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 35(4), 634-639. <https://doi.org/10.3758/BF03195543>
- Brunoni, A. R., & Vanderhasselt, M.-A. (2014). Working memory improvement with non-invasive brain stimulation of the dorsolateral prefrontal cortex: A systematic review and meta-analysis. *Brain and Cognition*, 86, 1-9.
<https://doi.org/10.1016/j.bandc.2014.01.008>
- Camarda, A., Salvia, É., Vidal, J., Weil, B., Poirel, N., Houdé, O., Borst, G., & Cassotti, M. (2018). Neural basis of functional fixedness during creative idea generation: An EEG study. *Neuropsychologia*, 118, 4-12.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.03.009>
- Canini, M., Della Rosa, P. A., Catricalà, E., Strijkers, K., Branzi, F. M., Costa, A., & Abutalebi, J. (2016). Semantic interference and its control: A functional neuroimaging and connectivity study: Semantic Interference and Its Control. *Human Brain Mapping*, 37(11), 4179-4196. <https://doi.org/10.1002/hbm.23304>

- Chiou, R., Humphreys, G. F., Jung, J., & Lambon Ralph, M. A. (2018). Controlled semantic cognition relies upon dynamic and flexible interactions between the executive 'semantic control' and hub-and-spoke 'semantic representation' systems. *Cortex*, 103, 100-116. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2018.02.018>
- Davelaar, E. J. (2015). Semantic Search in the Remote Associates Test. *Topics in Cognitive Science*, 7(3), 494-512. <https://doi.org/10.1111/tops.12146>
- Diaz, M. T., & McCarthy, G. (2009). A comparison of brain activity evoked by single content and function words: An fMRI investigation of implicit word processing. *Brain Research*, 1282, 38-49. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.05.043>
- Díez, E., Gómez-Ariza, C. J., Díez-Álamo, A. M., Alonso, M. A., & Fernandez, A. (2017). The processing of semantic relatedness in the brain: Evidence from associative and categorical false recognition effects following transcranial direct current stimulation of the left anterior temporal lobe. *Cortex*, 93, 133-145. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.05.004>
- Fiori, V., Coccia, M., Marinelli, C. V., Vecchi, V., Bonifazi, S., Ceravolo, M. G., Provinciali, L., Tomaiuolo, F., & Marangolo, P. (2011). Transcranial Direct Current Stimulation Improves Word Retrieval in Healthy and Nonfluent Aphasic Subjects. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(9), 2309-2323. <https://doi.org/10.1162/jocn.2010.21579>
- Gómez-Ariza, C. J., del Prete, F., Prieto del Val, L., Valle, T., Bajo, M. T., & Fernandez, A. (2017). Memory inhibition as a critical factor preventing creative problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 43(6), 986-996. <https://doi.org/10.1037/xlm0000348>
- Hodges, J. R., Patterson, K., & Oxbury, S. (s. f.). *PROGRESSIVE FLUENT APHASIA WITH TEMPORAL LOBE ATROPHY*. 24.
- Katz, A. N., & Pestell, D. (1989). Attentional processes and the finding of remote associates. *Personality and Individual Differences*, 10(10), 1017-1025. [https://doi.org/10.1016/0191-8869\(89\)90252-3](https://doi.org/10.1016/0191-8869(89)90252-3)

- Lefaucheur, J.-P., Antal, A., Ayache, S. S., Benninger, D. H., Brunelin, J., Cogiamanian, F., Cotelli, M., De Ridder, D., Ferrucci, R., Langguth, B., Marangolo, P., Mylius, V., Nitsche, M. A., Padberg, F., Palm, U., Poulet, E., Priori, A., Rossi, S., Sackellmann, M., ... Paulus, W. (2017). Evidence-based lo guidelines on the therapeutic use of transcranial direct current stimulation (tDCS). *Clinical Neurophysiology*, 128(1), 56-92.
<https://doi.org/10.1016/j.clinph.2016.10.087>
- McFarlin, D. B., & Blascovich, J. (1984). On the Remote Associates Test (RAT) as an Alternative to Illusory Performance Feedback: A Methodological Note. *Basic and Applied Social Psychology*, 5(3), 223-229.
https://doi.org/10.1207/s15324834basp0503_5
- Morrison, R. G., McCarthy, S. W., & Molony, J. M. (2017). The Experience of Insight Follows Incubation in the Compound Remote Associates Task. *The Journal of Creative Behavior*, 51(2), 180-187. <https://doi.org/10.1002/jocb.96>
- Oltețeanu, A.-M., Schöttner, M., & Bahety, A. (2019). Towards a Multi-level Exploration of Human and Computational Re-representation in Unified Cognitive Frameworks. *Frontiers in Psychology*, 10, 940.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00940>
- Patterson, K., Nestor, P. J., & Rogers, T. T. (2007). Where do you know what you know? The representation of semantic knowledge in the human brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 8(12), 976-987. <https://doi.org/10.1038/nrn2277>
- Pisoni, A., Papagno, C., & Cattaneo, Z. (2012). Neural correlates of the semantic interference effect: New evidence from transcranial direct current stimulation. *Neuroscience*, 223, 56-67. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2012.07.046>
- Ralph, M. A. L., Jefferies, E., Patterson, K., & Rogers, T. T. (2017). The neural and computational bases of semantic cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 18(1), 42-55. <https://doi.org/10.1038/nrn.2016.150>

Reilly, J., Rodriguez, A. D., Peelle, J. E., & Grossman, M. (2011). Frontal lobe damage impairs process and content in semantic memory: Evidence from category-specific effects in progressive non-fluent aphasia. *Cortex*, 47(6), 645-658.

<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2010.05.005>

Rigon, A., Reber, J., Patel, N. N., & Duff, M. C. (2018). Convergent thinking and traumatic brain injury: An investigation of performance on the remote associate test. *Brain Injury*, 32(9), 1110-1114.

<https://doi.org/10.1080/02699052.2018.1483031>

Rominger, C., Fink, A., Weiss, E. M., Bosch, J., & Papousek, I. (2017). Allusive thinking (remote associations) and auditory top-down inhibition skills differentially predict creativity and positive schizotypy. *Cognitive Neuropsychiatry*, 22(2), 108-121.

<https://doi.org/10.1080/13546805.2016.1278361>

Santhanam, P., Duncan, E. S., & Small, S. L. (2018). Therapy-Induced Plasticity in Chronic Aphasia Is Associated with Behavioral Improvement and Time Since Stroke. *Brain Connectivity*, 8(3), 179-188.

<https://doi.org/10.1089/brain.2017.0508>

Smith, K. A., Huber, D. E., & Vul, E. (2013). Multiply-constrained semantic search in the Remote Associates Test. *Cognition*, 128(1), 64-75.

<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2013.03.001>

Teige, C., Cornelissen, P. L., Mollo, G., Gonzalez Alam, T. R. del J., McCarty, K., Smallwood, J., & Jefferies, E. (2019). Dissociations in semantic cognition: Oscillatory evidence for opposing effects of semantic control and type of semantic relation in anterior and posterior temporal cortex. *Cortex*, 120, 308-325.

<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2019.07.002>

Teige, C., Mollo, G., Millman, R., Savill, N., Smallwood, J., Cornelissen, P. L., & Jefferies, E. (2018). Dynamic semantic cognition: Characterising coherent and controlled conceptual retrieval through time using magnetoencephalography

- and chronometric transcranial magnetic stimulation. *Cortex*, 103, 329-349.
<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2018.03.024>
- Terai H., Miwa K., & Asami K. (2013). Development and evaluation of the Japanese Remote Associates Test. *The Japanese journal of psychology*, 84(4), 419-428.
<https://doi.org/10.4992/jjpsy.84.419>
- Visser, M., & Lambon Ralph, M. A. (2011). Differential Contributions of Bilateral Ventral Anterior Temporal Lobe and Left Anterior Superior Temporal Gyrus to Semantic Processes. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(10), 3121-3131.
https://doi.org/10.1162/jocn_a_00007
- Wangbing Shen, Yuan Yuan, Chang Liu, Baoshu Yi, & Kai Dou. (2016). The Development and Validity of a Chinese Version of the Compound Remote Associates Test. *The American Journal of Psychology*, 129(3), 245.
<https://doi.org/10.5406/amerjpsyc.129.3.0245>
- Westwood, S. J., & Romani, C. (2017). Transcranial direct current stimulation (tDCS) modulation of picture naming and word reading: A meta-analysis of single session tDCS applied to healthy participants. *Neuropsychologia*, 104, 234-249.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2017.07.031>
- Woods, A. J., Antal, A., Bikson, M., Boggio, P. S., Brunoni, A. R., Celnik, P., Cohen, L. G., Fregni, F., Herrmann, C. S., Kappenman, E. S., Knotkova, H., Liebetanz, D., Miniussi, C., Miranda, P. C., Paulus, W., Priori, A., Reato, D., Stagg, C., Wenderoth, N., & Nitsche, M. A. (2016). A technical guide to tDCS, and related non-invasive brain stimulation tools. *Clinical Neurophysiology*, 127(2), 1031-1048. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2015.11.012>
- Wu, C.-L. (2019). Discriminating the measurement attributes of the three versions of Chinese Remote Associates Test. *Thinking Skills and Creativity*, 33, 100586.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2019.100586>